

Allianz Research | 25 February 2026

Minerali per il futuro: ridurre le passività e cogliere le opportunità di una transizione sostenibile

Markus Zimmer
Senior Economist, ESG
markus.zimmer@allianz.com

Hazem Krichene
Senior Climate Economist
[hazem.krichenet@allianz.com](mailto: hazem.krichenet@allianz.com)

Patrick Peura
Head of Investment Stewardship and
Engagement
patrick.peura@allianz.com

Imke Horten
Sustainable Investing Associate
imke.horten@allianz.com

Ano Kuhanathan
Head of Corporate Research
ano.Kuhanathan@allianz-trade.com

Jasmin Gröschl
Senior Economist for Europe
jasmin.groeschl@allianz.com

Katharina Utermöhl, CFA
Head of Thematic and Policy
Research
katharina.uterhoehl@allianz.com

Jade Elisabeth
Research Assistant
jade.elisabeth@allianz.com

In sintesi

La doppia transizione accelera la domanda di minerali: energia pulita e digitale spingono l'estrazione ai massimi storici. I sistemi energetici si stanno orientando verso l'elettrificazione, le energie rinnovabili, lo stoccaggio e l'espansione delle reti; parallelamente, l'intelligenza artificiale sta guidando ingenti investimenti in data center e infrastrutture informatiche. Di conseguenza, la domanda di materie prime critiche è destinata a crescere. L'International Energy Agency (IEA) prevede che entro il 2040 la domanda di litio potrebbe aumentare di cinque volte; grafite e nichel potrebbero raddoppiare; cobalto e terre rare crescere del 50–60% e la domanda di rame aumentare di circa 30%. Soddisfare questa impennata richiederà non solo nuove miniere, ma anche maggiore capacità di raffinazione, infrastrutture e forza lavoro qualificata. Nel frattempo, il solo fabbisogno elettrico dei data center dovrebbe più che raddoppiare entro il 2030, rafforzando ulteriormente il bisogno di investimenti nelle reti e di materiali aggiuntivi.

L'offerta fatica a stare al passo. Sebbene un'economia più circolare possa in futuro ridurre la dipendenza dall'estrazione primaria, le catene di approvvigionamento di minerali chiave per la transizione crescono lentamente. I nuovi progetti richiedono anni per ottenere permessi e finanziamenti, e devono rispettare standard ambientali e sociali sempre più rigorosi. La velocità con cui la capacità estrattiva e di raffinazione può crescere è quindi un vincolo centrale; fallire nell'espansione responsabile rischia di prolungare la dipendenza dai combustibili fossili.

Le pressioni ambientali rafforzano questi vincoli. L'attività mineraria contribuisce per circa 2–4% del PIL globale, sostiene milioni di lavoratori e rappresenta circa il 4–7% delle emissioni globali di gas serra. Pur incidendo meno dell'agricoltura o dell'espansione urbana, il mining ha comunque causato la deforestazione diretta di quasi 20.000 km² tra il 2001 e il 2023, generando circa 0,75 Pg di CO₂ — leggermente più delle emissioni annuali della Germania nel 2024. Pratiche operative più solide, progetti di riabilitazione e meccanismi credibili di compensazione — come biodiversity offsets e programmi di riforestazione — potrebbero attenuare questi impatti. Sebbene discussi, se implementati efficacemente possono contribuire a limitare la perdita netta di foreste con l'aumentare della domanda di minerali.

Colmare questo divario richiederà ingenti capitali. Si stima un fabbisogno cumulato di circa 1,1 trilioni di dollari entro il 2040 tra estrazione, raffinazione e circolarità. La sostenibilità è diventata un vincolo produttivo vincolante: permessi, assicurazioni e consenso delle comunità influenzano la capacità produttiva quanto i fattori tecnici. Le comunicazioni aziendali indicano che circa 450 miliardi di dollari potrebbero essere necessari per la decarbonizzazione, la gestione dei residui, il riciclo e i controlli ambientali. Considerando la

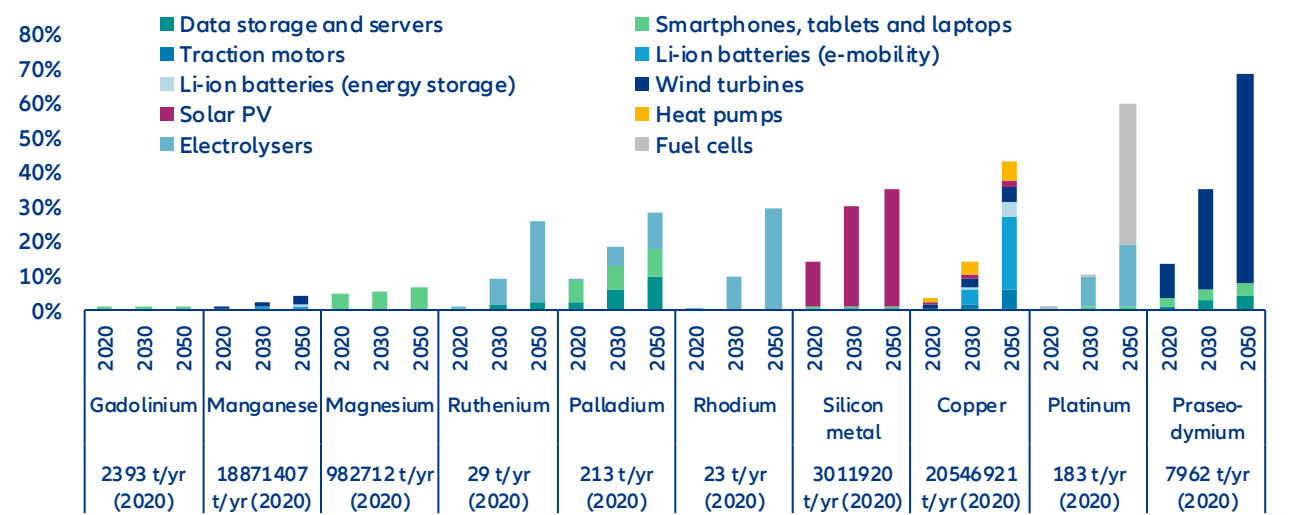
sovrapposizione con gli 800 miliardi necessari per sviluppare nuova offerta, il fabbisogno totale rimane vicino a 1,1 trilioni di dollari.

Un'attività mineraria sostenibile è parte integrante della transizione. La sotto-investimento rischia di lasciare passività di decommissioning a carico della società e di aumentare i rischi di progetto. È qui che pratiche e operazioni più sostenibili diventano un win-win: aspettative più chiare e tempestive da parte di regolatori, comunità e clienti permettono di includere i costi iniziali nella pianificazione, snellire il coinvolgimento degli stakeholder e migliorare la credibilità dei processi autorizzativi.

Perché la transizione dipende da un’attività mineraria svolta nel modo giusto

Le doppie transizioni nei sistemi energetici e digitali stanno determinando un aumento strutturale della domanda di materiali. Il sistema energetico viene ricostruito attorno all’elettrificazione degli usi finali, alle rinnovabili, allo stoccaggio e all’espansione delle reti; parallelamente, l’intelligenza artificiale sta accelerando gli investimenti in data center, apparecchiature di rete e calcolo ad alte prestazioni. Entrambi questi cambiamenti sono spesso descritti come “puliti” o “virtuali”, ma alla fine sono fisici: richiedono grandi volumi di metalli e minerali — e la capacità industriale per raffinarli e trasformarli in input utilizzabili dalle catene manifatturiere. Di conseguenza, l’estrazione mineraria globale ha raggiunto livelli senza precedenti nel XXI secolo. Krausmann et al. (2018)¹ documentano un aumento di 23 volte degli stock materiali socioeconomici globali, da appena 6 gigatonnellate (Gt) nel 1900 a oltre 1.300 Gt nel 2015. Secondo l’IEA, la domanda di litio è destinata a crescere di circa 5 volte entro il 2040, la grafite e il nichel raddoppieranno, il cobalto e le terre rare aumenteranno del 50–60%, e il rame del 30% circa. Questi moltiplicatori contano perché ampliare l’offerta non significa solo aprire nuove miniere: serve anche aumentare la capacità di raffinazione, ampliare le infrastrutture di trasporto e far crescere una forza lavoro qualificata. L’AI introduce un ulteriore vettore di domanda, accelerando la costruzione di data center e delle infrastrutture energetiche correlate. Nello scenario base dell’IEA, il consumo elettrico globale dei data center passa da 415 TWh nel 2024 (circa l’1,5% del consumo mondiale) a 945 TWh nel 2030³. Soddisfare questa domanda implica ulteriori investimenti nelle reti elettriche e, indirettamente, più materiali da costruzione e metalli critici (ad esempio rame per cavi e trasformatori). Dal punto di vista dei minerali critici, la crescita del carico dei data center conta per due motivi: rafforza la necessità di espandere più rapidamente le reti e investire nella resilienza — processi intensivi in rame e alluminio. Accelera la domanda per le catene hardware (server, networking, semiconduttori), che dipendono da numerosi metalli e materiali ad alta purezza. Il risultato è un ulteriore livello di incertezza sulla domanda, che si aggiunge alla forte crescita trainata da veicoli elettrici e rinnovabili.

Figura 1: Domanda globale di materie prime per tecnologia della transizione (in % della produzione totale del 2020): materiali strategici dell’UE (scenario di alta domanda), quote tra l’1% e il 100% nel 2050



Fonti: JRC⁴ ; Allianz Research.

Per diverse Materie Prime Strategiche (SRMs), la crescita prevista della domanda è sufficientemente elevata da assorbire gran parte dell’attuale produzione globale — e in alcuni casi superarla. Le SRMs rappresentano un

¹ [From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015 - ScienceDirect](#)

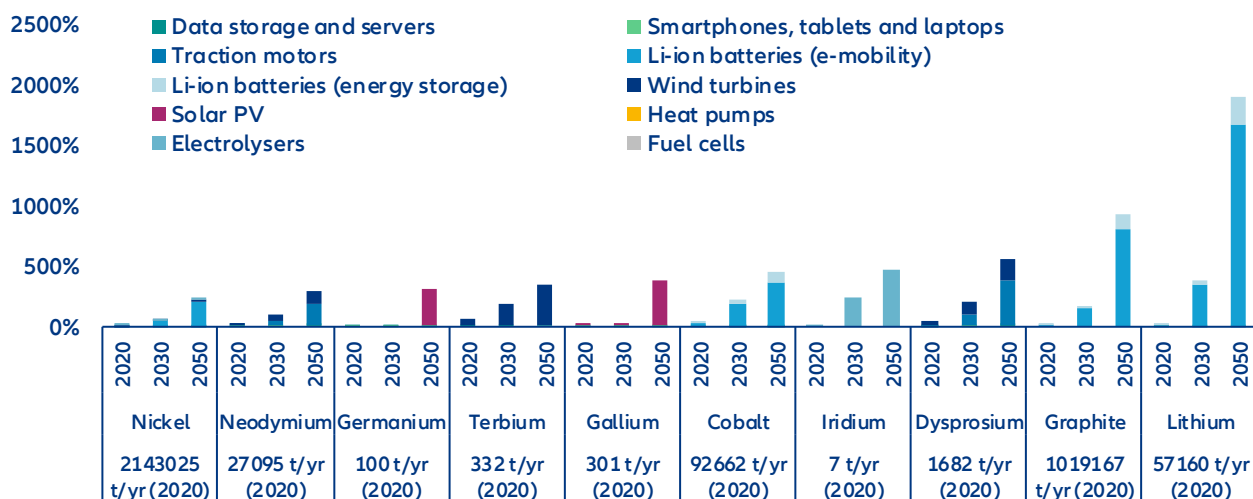
² [International Energy Agency \(IEA\). 2025. Global Critical Minerals Outlook 2025. Paris: IEA.](#)

³ [International Energy Agency \(IEA\). 2025. Energy and AI. Paris: IEA.](#)

⁴ [Carrara, S., et al. 2023. "Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study." Joint Research Centre, European Commission.](#)

sottoinsieme delle Materie Prime Critiche (CRMs), essenziali per le tecnologie strategiche che sostengono la transizione verde e digitale, nonché per applicazioni nei settori della difesa e dell'aerospazio. Le Figure 1 e 2 traducono il dispiegamento⁵ delle tecnologie in domanda annua di materie prime rispetto ai livelli della produzione globale attuale (2020). Quando la domanda prevista si avvicina o supera il 100% della produzione odierna, le catene di approvvigionamento devono espandersi rapidamente — oppure la domanda dovrà adeguarsi attraverso maggiori efficienze, sostituzione, riciclo o prezzi più elevati. La sfida è particolarmente critica per i materiali prodotti in un numero ristretto di Paesi o generati principalmente come sottoprodotti, come gallio e germanio⁶.

Figura 2: Domanda globale di materie prime per tecnologia della transizione (in % della produzione totale del 2020): materiali strategici dell'UE (scenario di alta domanda), quote superiori al 100% nel 2050.



Fonti: JRC⁷; Allianz Research (Note: Germanium demand estimates for solar PV are from Carrara et al., 2020⁸).

Concentrare le politiche su una lista ristretta di materiali strategici rischia di ignorare due ulteriori colli di bottiglia. Primo, alcuni materiali “ordinari” — come acciaio, cemento, rame e alluminio — sono richiesti in volumi molto elevati. Anche in mercati ampi e diversificati, una rapida espansione della domanda può mettere sotto pressione la capacità produttiva, aumentare i prezzi e creare vincoli legati ai permessi e alla disponibilità energetica. Secondo, alcuni metalli minori sono necessari solo in piccole quantità ma con purezza molto elevata, e spesso vengono prodotti come sottoprodotti. Ciò rende l’offerta lenta nell’adattarsi e vulnerabile alle interruzioni commerciali. Le Figure 3–5 illustrano la domanda prevista di questi materiali rispetto alla produzione globale del 2020⁹. Emergono due modelli chiari: alcuni materiali non strategici mostrano forti aumenti percentuali, ma rimangono una piccola quota della produzione attuale poiché i mercati sottostanti sono già molto grandi (ad esempio acciaio e alluminio). Un sottoinsieme di input non strategici ma critici — tra cui indio, tellurio e fosforo — potrebbe, entro il 2050, raggiungere livelli di domanda superiori alla produzione attuale, spinti in gran parte da tecnologie specifiche come il fotovoltaico e le batterie. L’implicazione per la pianificazione industriale è chiara: un materiale non deve essere classificato formalmente come “strategico” per diventare un vincolo critico. Crescite rapide della domanda, capacità di raffinazione limitata o dipendenza da sottoprodotti possono generare volatilità dei prezzi e ritardi nei progetti.¹⁰

⁵ European Commission. 2025. “RESourceEU Action Plan: Accelerating our critical raw materials strategy to adapt to a new reality.” Communication from the Commission. COM(2025) 945 final, December 3, 2025.

⁶ Carrara, S., et al. 2023. “Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study.” Joint Research Centre, European Commission.

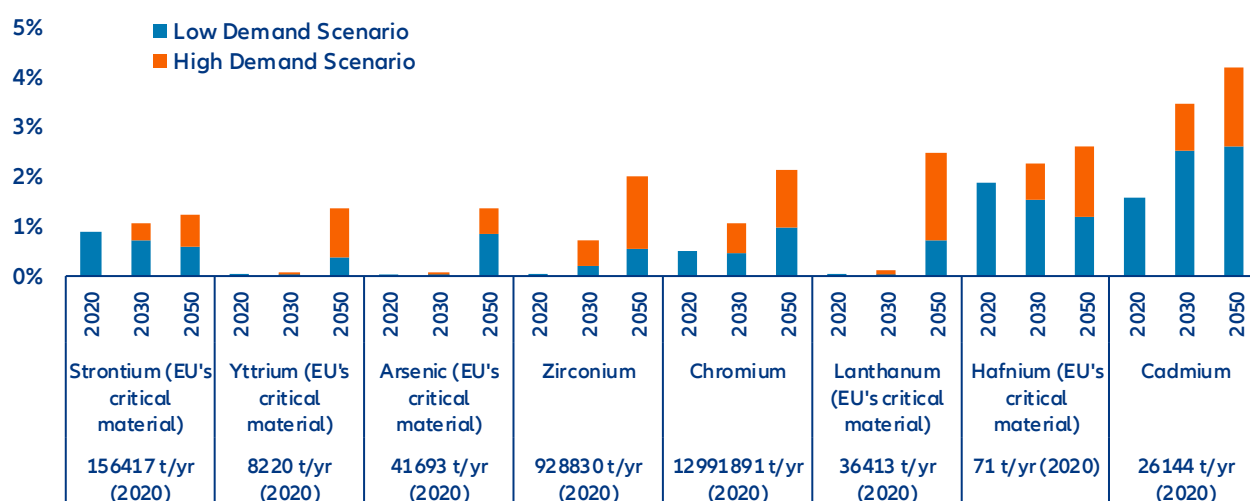
⁷ Carrara, S., et al. 2023. “Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study.” Joint Research Centre, European Commission.

⁸ Carrara, S., et al. 2020. “Raw Materials Demand for Wind and Solar PV Technologies in the Transition Towards a Decarbonised Energy System.” EUR 30091 EN. Joint Research Centre, European Commission. Accessed February 1, 2026.

¹⁰ Carrara, S., et al. 2023. "Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study." Joint Research Centre, European Commission. Accessed February 1, 2026.

Il fosforo mostra chiaramente come la domanda legata alla transizione possa riversarsi nei mercati delle commodity essenziali. È utilizzato nei catodi delle batterie al litio ferro fosfato (LFP), una tecnologia sempre più diffusa perché evita l'uso di nichel e cobalto e offre vantaggi in termini di costo e sicurezza. Con l'espansione dei mercati dei veicoli elettrici e dei sistemi di accumulo stazionario, e con la crescente quota di mercato delle LFP, il settore delle batterie può diventare una fonte aggiuntiva significativa di domanda di fosfati, oltre al loro impiego dominante nei fertilizzanti¹¹. Dal punto di vista del rischio, ciò crea un problema di "competizione per le molecole": un materiale essenziale per la sicurezza alimentare diventa contemporaneamente fondamentale per l'elettrificazione. L'offerta non dipende solo dall'attività estrattiva, ma anche dai processi di conversione chimica e dalla capacità di gestire gli impatti ambientali derivanti dall'estrazione e dalla lavorazione dei fosfati. Per l'Europa, questo rafforza la necessità di riciclare i flussi di rifiuti contenenti fosforo e di promuovere l'innovazione tecnologica per ridurre, laddove possibile, l'intensità di utilizzo del fosfato.¹²

Figura 3: Domanda globale di materie prime per tecnologia della transizione rispetto alla produzione totale del 2020: materiali non strategici dell'UE, quote inferiori al 4,5% nel 2050



Fonti: JRC¹³; Allianz Research.

L'aumento della domanda di materiali crea una tensione concreta nel cuore della transizione. Da un lato, la transizione offre l'opportunità di passare a un'economia circolare, in cui i materiali estratti entrano in cicli quasi infiniti di uso e riuso. In questo scenario, una volta che quantità sufficienti di materiali sono sotto controllo umano, il volume complessivo dell'attività mineraria diminuisce drasticamente — soprattutto per i combustibili fossili. Dall'altro lato, tuttavia, le catene di approvvigionamento di molti minerali rilevanti per la transizione crescono lentamente: nuove miniere e raffinerie richiedono anni di pianificazione, studi, autorizzazioni, finanziamenti e costruzione. Inoltre, i progetti devono giustamente soddisfare aspettative di performance sempre più elevate riguardo all'uso dell'acqua, agli impatti sulla biodiversità, ai benefici per le comunità, alle condizioni di lavoro, alla sicurezza dei residui (*tailings*) e alle passività di fine vita. La velocità con cui la capacità di estrazione e raffinazione può essere ampliata rappresenta uno dei principali colli di bottiglia nella costruzione di un'economia decarbonizzata. Se non riusciremo a fare mining nel modo giusto, sbloccando tutto il potenziale della nostra capacità industriale e del nostro know-how, rischieremo di prolungare l'economia dei combustibili fossili ben oltre l'orizzonte temporale che scienza e assicuratori considerano catastrofico.¹⁴

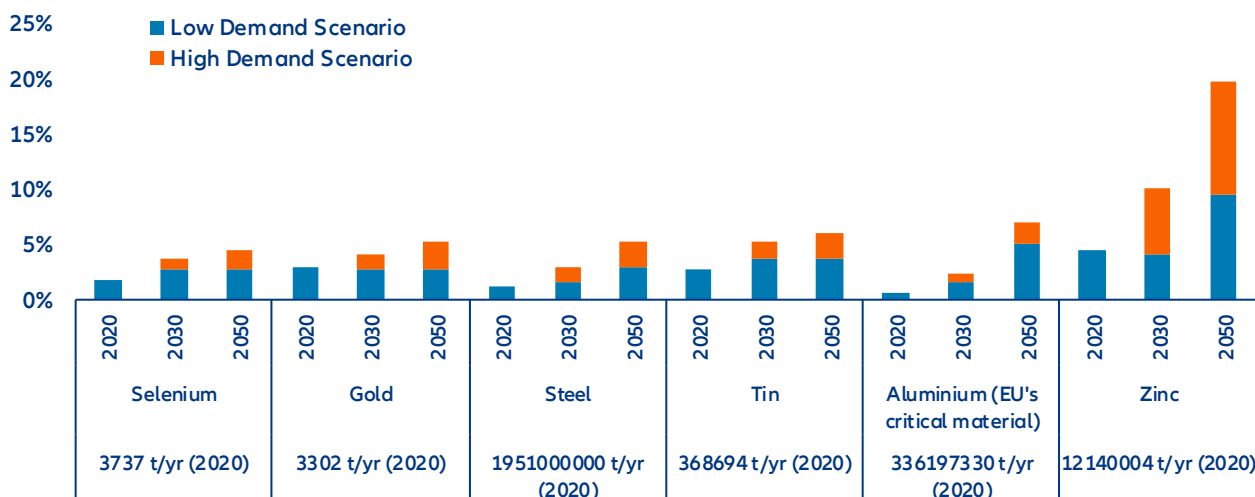
¹¹ Carrara, S., et al. 2023. "Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study." Joint Research Centre, European Commission.

¹² European Commission. 2025. "RESourceEU Action Plan: Accelerating our critical raw materials strategy to adapt to a new reality." Communication from the Commission. COM(2025) 945 final, December 3, 2025.

¹³ Carrara, S., et al. 2023. "Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study." Joint Research Centre, European Commission.

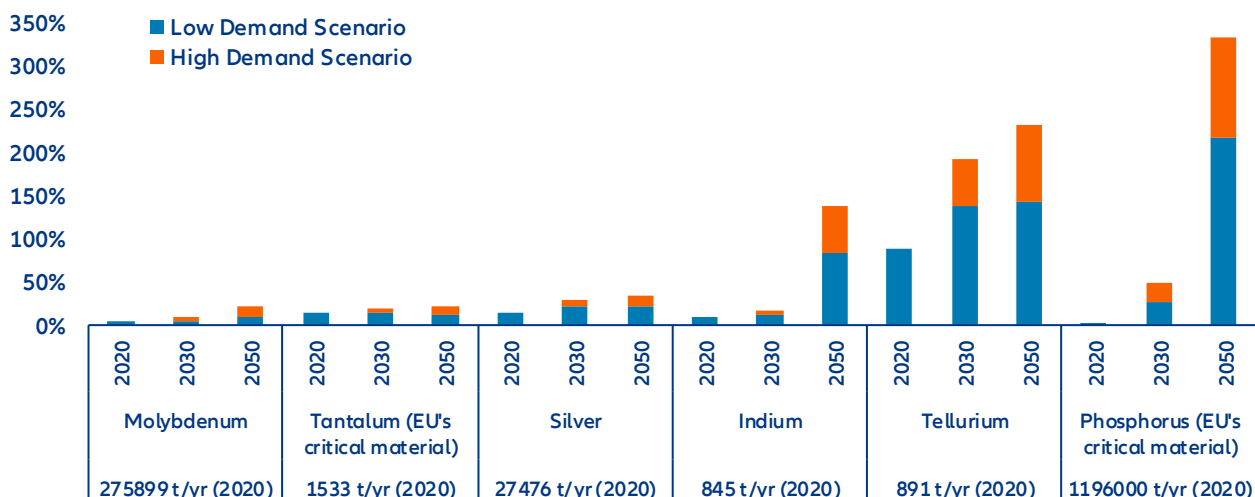
¹⁴ IPCC (2023). CLIMATE CHANGE 2023 - Synthesis Report. Summary for Policymakers.

Figura 4: Domanda globale di materie prime per tecnologia della transizione rispetto alla produzione totale del 2020: materiali non strategici dell'UE, quote tra il 4,5% e il 20% nel 2050



Fonti: JRC¹⁵; Allianz Research.

Figura 5: Domanda globale di materie prime per tecnologia della transizione rispetto alla produzione totale del 2020: materiali non strategici dell'UE, quote superiori al 20% nel 2050



Fonti: JRC¹⁶; Allianz Research.

¹⁵ Carrara, S., et al. 2023. "Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study." Joint Research Centre, European Commission.

¹⁶ Carrara, S., et al. 2023. "Supply Chain Analysis and Material Demand Forecast in Strategic Technologies and Sectors in the EU – A Foresight Study." Joint Research Centre, European Commission.

Cosa servirà per portare su larga scala i “progetti giusti”: quelli realizzabili nei tempi previsti, finanziabili su larga scala, assicurabili contro perdite gravi e considerati legittimi agli occhi delle comunità e dei regolatori?

L’eredità storica del settore minerario può spesso tradursi in una minore fiducia sociale; la sfida quindi non è solo fare di più e farlo più velocemente, ma mantenere operazioni sicure, vantaggiose per le comunità e con livelli accettabili di impatti ambientali rimediabili. L’idea centrale è che “più veloce” funziona solo quando significa “più veloce perché migliore”: la storia insegna che accelerare senza rafforzare performance e governance porta inevitabilmente a ritardi, incidenti, contenziosi e passività di lunga durata. Guardando avanti, la competizione per batterie, reti elettriche, magneti e materiali per semiconduttori è destinata a intensificarsi; la capacità midstream, i permessi e la licenza sociale a operare saranno spesso i vincoli più stringenti.

Il collo di bottiglia della sostenibilità: la licenza sociale a sfruttare le risorse, i limiti ambientali e il rischio di interruzione dei progetti

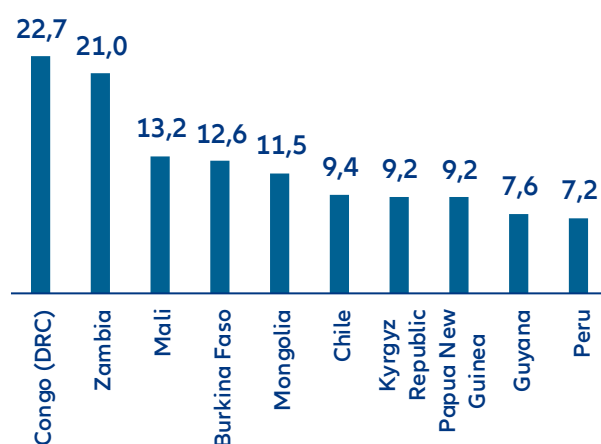
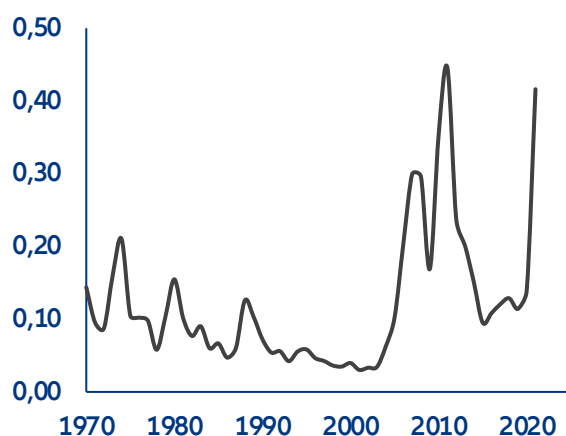
Gli stock di materiali — edifici, infrastrutture di trasporto, macchinari e altri beni durevoli — rappresentano l’impronta cumulativa dell’industrializzazione e dell’urbanizzazione, in particolare nelle economie ad alto e medio reddito. La loro costruzione e manutenzione consumano oggi quasi la metà di tutte le materie prime estratte annualmente, evidenziando il legame strutturale tra sviluppo economico e flussi materiali. Nonostante la crescita delle economie basate sui servizi, non si è verificato alcun disaccoppiamento assoluto tra crescita economica, uso delle risorse e pressione ambientale. L’espansione degli ambienti costruiti vincola le società a flussi di lungo periodo di consumo energetico, emissioni e produzione di rifiuti, sollevando interrogativi sulla sostenibilità degli attuali modelli di sviluppo.

La Figura 6a illustra questa traiettoria, mostrando che l’estrazione mineraria come quota del Reddito Nazionale Lordo (GNI) globale è più che triplicata tra il 2000 e il 2021, raggiungendo il livello più alto degli ultimi cinquant’anni. Tuttavia, sebbene l’esaurimento minerario sia in aumento a livello globale, esso è fortemente concentrato geograficamente. La Figura 6b mostra che nel 2021 diversi Paesi ricchi di risorse — come Repubblica Democratica del Congo (22,7%), Zambia (21,0%) e Mali (13,2%) — hanno registrato livelli di esaurimento superiori al 10% del loro GNI, evidenziando quanto l’attività estrattiva domini le loro economie. Al contrario, la Figura 6c rivela che la maggior parte dei Paesi OCSE presenta tassi di esaurimento inferiori all’1%, mettendo in luce un forte squilibrio: la base materiale dello sviluppo globale grava in modo sproporzionato su un piccolo gruppo di nazioni a basso reddito esportatrici di risorse. Questa crescente dipendenza dalle rendite estrattive espone tali Paesi al rischio di una trappola delle risorse, in cui i benefici economici di breve periodo avvengono a scapito della sostenibilità di lungo periodo e aumentano la vulnerabilità strutturale.

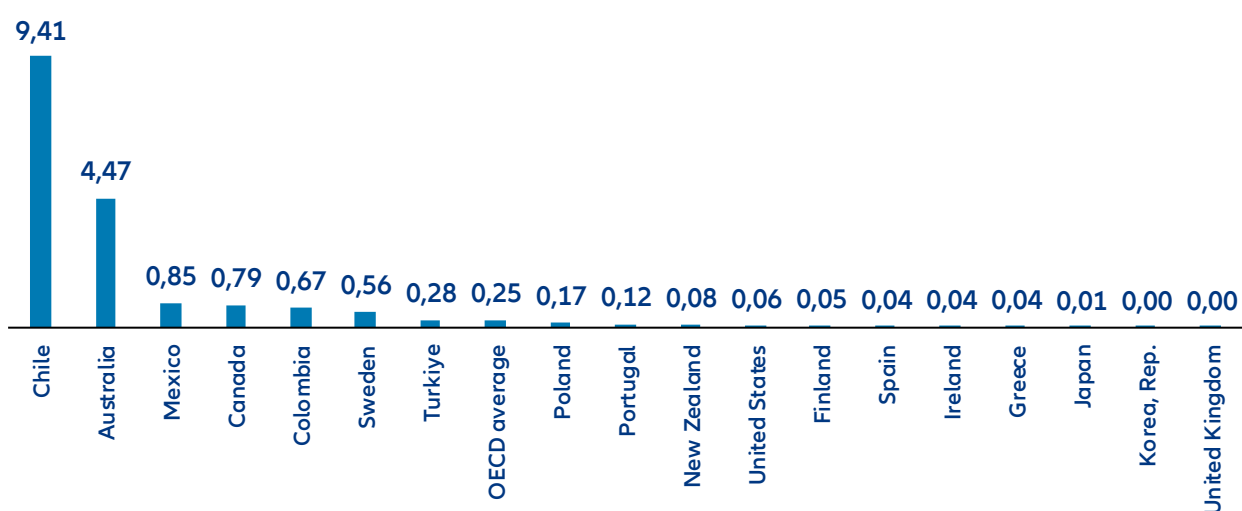
Figura 6: Esaurimento delle risorse minerarie

a) Sviluppo globale (1970–2021) come quota del Reddito Nazionale Lordo (GNI, %)

b) Primi 10 Paesi con il tasso di esaurimento delle risorse più elevato nel 2021



c) Tasso di esaurimento delle risorse nei Paesi OCSE nel 2021



Fonti: World Bank Data, Allianz Research

La distribuzione diseguale dell'esaurimento delle risorse minerarie rispetto al reddito nazionale rivela profondi schemi di ingiustizia ambientale nell'economia globale delle risorse. Sebbene l'estrazione di materie prime rimanga essenziale per le infrastrutture, i sistemi energetici e il commercio globale, gli oneri ambientali di queste attività ricadono in modo sproporzionato sui Paesi ricchi di risorse ma economicamente vulnerabili. Secondo Arendt et al. (2022)¹⁷, i costi ambientali globali derivanti da tali attività sono stimati tra 0,4 e 5 trilioni di euro all'anno, a

seconda del metodo di valutazione utilizzato. L'analisi considera oltre 190 Paesi e mostra che in molte economie a basso reddito i costi ambientali domestici — come inquinamento atmosferico, acidificazione e degrado del suolo — spesso superano i benefici in termini di PIL generati dall'attività mineraria e di trasformazione. Ad esempio, il Rwanda presenta il rapporto più elevato tra danno ambientale e beneficio economico, a causa dell'estrazione informale di tantalio con una minima ritenzione di valore locale. In termini monetari, diversi Paesi — tra cui Gabon, Ghana, Madagascar e Afghanistan — sostengono costi ambientali superiori ai guadagni di PIL derivanti dal mining, indicando un impatto netto negativo sul benessere derivante dall'estrazione. Al contrario, le economie ad alto reddito come Germania, Giappone e Corea del Sud beneficiano di rapporti costi-benefici favorevoli importando materie prime ed esternalizzando le fasi più dannose dell'estrazione. Paesi come Cina e India, pur essendo produttori significativi, presentano anch'essi rapporti benefici-costi bassi, in particolare a causa dell'elevato inquinamento domestico generato dalla produzione di ferro, acciaio e alluminio. Ad esempio, il settore minerario cinese è responsabile di una quota sproporzionata di particolato e di emissioni globali di gas serra per euro di PIL generato. Queste disparità mostrano chiaramente che le attuali catene di approvvigionamento globali esternalizzano strutturalmente il danno ambientale, concentrando gli impatti nelle aree dove i rendimenti economici sono più bassi. Con l'intensificarsi della domanda di minerali critici — soprattutto per la transizione verde e digitale — il rischio non è solo ecologico ma anche di sviluppo, intrappolando i Paesi produttori in percorsi caratterizzati da alta estrazione e basso beneficio, la cosiddetta "commodity trap".

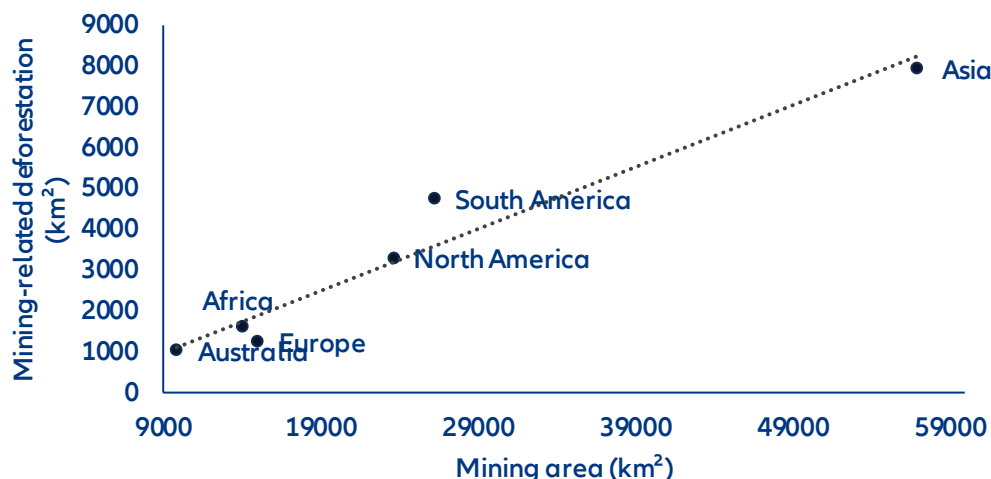
Uno dei principali impatti sociali dell'attività mineraria deriva dai danni ambientali associati al settore, come la deforestazione. Sebbene il mining contribuisca per circa 2–4% del PIL globale, sostenga milioni di mezzi di sussistenza e rappresenti circa il 4–7% delle emissioni globali di gas serra, esso costituisce anche un fattore significativo di perdita di foreste, pur rimanendo ben al di sotto delle principali cause legate all'agricoltura, alle infrastrutture e all'espansione urbana. Sovrapponendo dataset ad alta risoluzione sulla perdita globale di copertura forestale con le aree minerarie nel periodo 2001–2023, Zhang et al. (2025)¹⁸ rilevano che 19.765 km² di terre forestali sono stati direttamente deforestati dalle attività minerarie. Questa deforestazione ha generato 0,75 Pg di CO₂¹⁹, un valore leggermente superiore alle emissioni annuali della Germania nel 2024, con le attività minerarie non registrate responsabili del 66,5% della perdita forestale totale legata al mining. Dal punto di vista spaziale, l'Asia registra la maggiore deforestazione assoluta nelle aree minerarie, seguita da Sud America, Nord America, Africa, Europa e Australia (Figura 7). Complessivamente, 175 Paesi hanno sperimentato deforestazione legata al mining in questo periodo, con un impatto particolarmente sproporzionato sulle foreste tropicali, che emergono come hotspot globali delle emissioni di carbonio. Overall, 175 countries experienced mining-related deforestation during this period, with tropical forests disproportionately affected, emerging as global hotspots of carbon emissions.

¹⁷ [The global environmental costs of mining and processing abiotic raw materials and their geographic distribution - ScienceDirect](#)

¹⁸ [Overlooked deforestation from global mining activities in the 21st century | Nature Communications](#)

¹⁹ 0.75 Pg CO₂ = 0.75 Gt CO₂ = 750 million tonnes of CO₂

Figura 7: Le aree minerarie e la deforestazione legata al mining nelle diverse regioni (cumulativo 2001–2023)

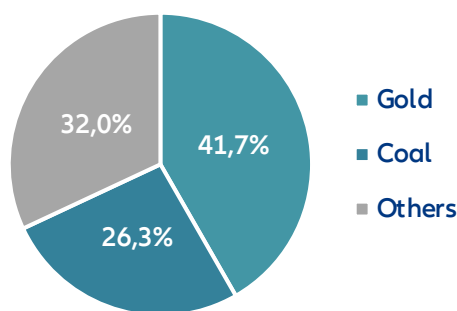


Fonti: Zhang et al. (2025), Allianz Research

Un'analisi della deforestazione legata all'attività mineraria, suddivisa per principali materie prime, rivela una forte predominanza dell'estrazione di oro e carbone su scala globale (Figura 8). L'estrazione aurifera rappresenta infatti il 41,7% della deforestazione attribuibile al mining, seguita dal carbone con il 26,3%, corrispondenti rispettivamente a 0,39 Pg di CO₂ e 0,18 Pg di CO₂. La deforestazione legata all'oro è altamente concentrata geograficamente: Brasile, Russia, Indonesia, Perù, Ghana e Suriname emergono come i maggiori contributori. In queste aree, le attività minerarie non registrate rappresentano oltre il 73% della deforestazione associata al mining dell'oro tra il 2001 e il 2023, con quote particolarmente elevate in Brasile, Perù, Myanmar e Guyana. Anche l'estrazione di carbone presenta una componente non registrata significativa, responsabile di quasi la metà della deforestazione correlata, con l'Indonesia che da sola contribuisce a circa metà del totale globale. Dal punto di vista temporale, la deforestazione legata al carbone e ad altre materie prime aumenta fino al 2012 per poi diminuire, riflettendo la riduzione della domanda di carbone nel contesto della transizione energetica globale. L'aumento dell'attività mineraria legata ai minerali della transizione porterà, alla lunga, a una riduzione dell'impatto dovuto al carbone, man mano che le operazioni verranno dismesse.

Sebbene il passaggio verso l'energia rinnovabile abbia contribuito a ridurre la deforestazione legata al carbone, ha contemporaneamente aumentato la domanda di minerali essenziali per le tecnologie e le infrastrutture rinnovabili. Classificando le attività minerarie in base alla loro rilevanza per la produzione di energia rinnovabile o non rinnovabile, la deforestazione si è spostata progressivamente verso le aree in cui si estraggono minerali utilizzati nelle filiere delle energie pulite. Dopo il 2012, quasi tre quarti della deforestazione attribuibile all'attività mineraria si sono verificati in regioni produttrici di minerali destinati alle applicazioni energetiche rinnovabili, evidenziando il rischio che l'accelerazione della transizione energetica possa intensificare le pressioni sulla deforestazione se le catene di approvvigionamento minerario rimangono poco regolamentate.

Figura 8: Deforestazione legata alle diverse materie prime minerarie (% cumulativo 2001–2023)



Fonti: Zhang et al. (2025), Allianz Research

È importante notare che l'impronta ambientale dell'attività mineraria viene sempre più affrontata attraverso meccanismi di compensazione. In diverse giurisdizioni e strategie aziendali, l'espansione dell'attività mineraria è ora accompagnata da impegni a riforestare o conservare ecosistemi in altre località, seguendo i framework di biodiversità "no net loss" o "net gain". Questi approcci si basano su compensazioni di biodiversità, programmi di riforestazione su larga scala o strumenti di finanza per la conservazione volti a bilanciare la deforestazione indotta dalle attività estrattive. Sebbene tali schemi di compensazione siano oggetto di dibattito, se implementati in modo credibile potrebbero contribuire in parte a disaccoppiare l'estrazione mineraria dalla perdita netta di foreste, soprattutto nel contesto della crescente domanda di minerali per la transizione energetica.

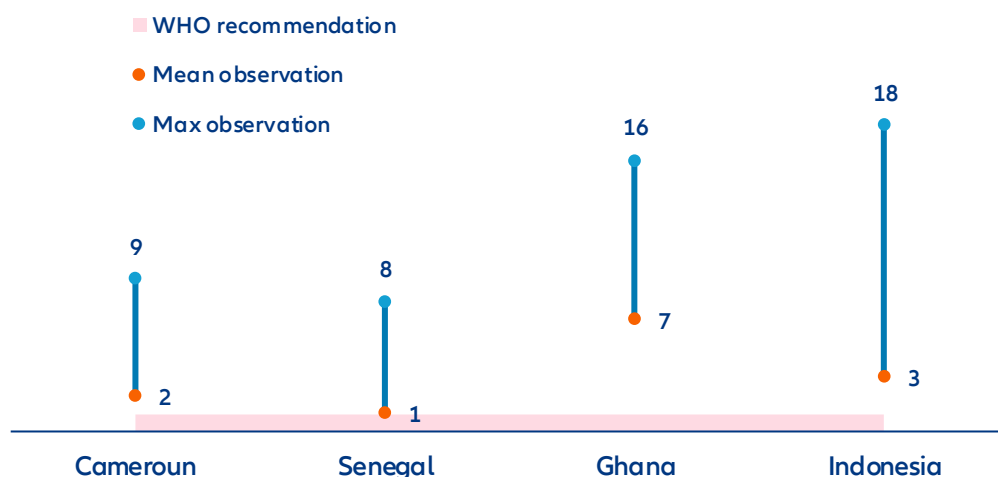
Oltre alle esternalità ambientali e climatiche, il settore minerario è spesso associato a preoccupazioni relative alle condizioni di lavoro e alla sicurezza dei lavoratori.²⁰ Tuttavia, ogni valutazione degli esiti lavorativi deve distinguere chiaramente tra large-scale industrial mining (LSM) e artisanal and small-scale mining (ASM), poiché la natura dei rischi, la governance e le relazioni occupazionali differiscono sostanzialmente. Nel mining industriale, livelli crescenti di meccanizzazione, una regolamentazione più rigorosa e la progressiva adozione di standard OSH hanno contribuito a miglioramenti misurabili nella sicurezza sul lavoro negli ultimi decenni. I tassi di incidenti mortali, pur non trascurabili, sono diminuiti in molte giurisdizioni, riflettendo pratiche di gestione del rischio più efficaci. L'aumento dell'uso di macchinari automatizzati o telecomandati ha inoltre ridotto l'esposizione diretta dei lavoratori a pericoli fisici e chimici, poiché molte attività ad alto rischio vengono ora svolte da sale di controllo anziché in sito.

Al contrario, le problematiche più frequentemente evidenziate nel dibattito pubblico — come condizioni di lavoro non sicure ed esposizione a sostanze chimiche (es. mercurio, cianuro) — sono molto più diffuse nell'ASM, dove informalità, capitali limitati e debole supervisione istituzionale sono dominanti. Nonostante il suo carattere in gran parte informale, l'ASM svolge un ruolo centrale nelle catene globali del valore dei minerali. Il settore rappresenta una delle maggiori fonti di occupazione nell'industria mineraria, garantendo mezzi di sussistenza a circa 44,75 milioni di lavoratori in oltre 80 Paesi. In molte attività ASM i bambini — talvolta di appena dieci anni — continuano a partecipare alle attività estrattive, evidenziando sfide sociali e regolatorie persistenti (ILO 2024). L'ASM contribuisce inoltre in modo significativo alla produzione globale: si stima che rappresenti 15–20% della produzione mineraria mondiale, incluso circa 80% degli zaffiri, 20% dell'oro e 20% dei diamanti. Oltre alle pietre preziose, l'ASM è un importante fornitore di minerali strategici per la manifattura moderna ed elettronica, come tantalio e stagno.

Queste caratteristiche strutturali sono associate a significativi rischi per la salute occupazionale, come illustrato nella Figura 9, che riporta le concentrazioni di mercurio nei capelli dei lavoratori in Paesi produttori ASM selezionati. I livelli misurati superano di molto il limite massimo raccomandato dall'OMS di 1 mg/kg in tutti i casi, con valori medi e massimi particolarmente elevati in Ghana e Indonesia. In questi contesti, le concentrazioni registrate raggiungono livelli di un ordine di grandezza superiori alle soglie internazionali, evidenziando la natura diffusa e cronica dell'esposizione tossica nei contesti ASM.

²⁰ [Chemical exposures in mining | International Labour Organization](#)

Figura 9: Livelli di mercurio nei capelli dei lavoratori del settore minerario (mg/kg)

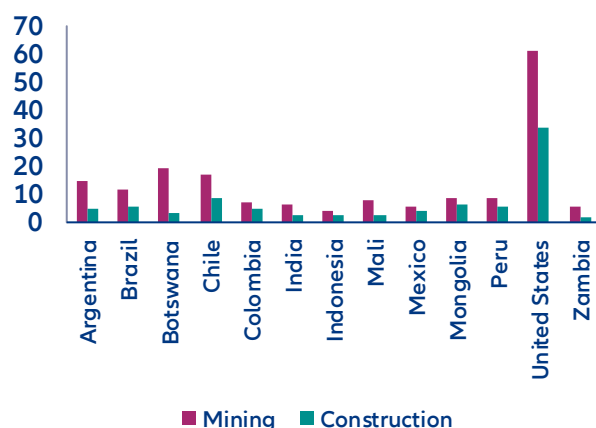


Fonti: Harianja et al. (2020), Opoku et al. (2019), Birane et al. (2014), Allianz Research

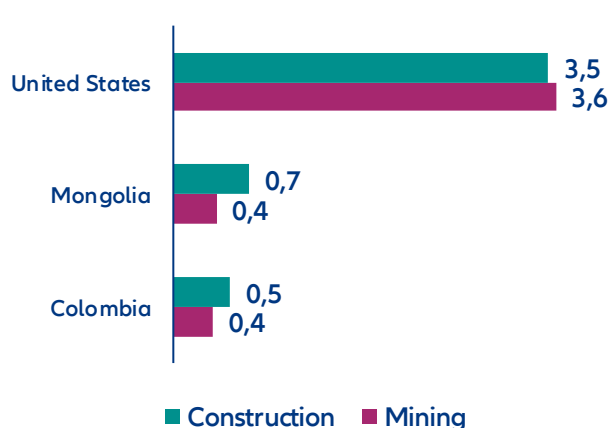
La Figura 10 illustra il contrasto nei risultati occupazionali del settore minerario tra economie avanzate ed economie in via di sviluppo. Considerando l'intero campione di Paesi, i salari orari medi nel settore minerario superano quelli osservati in diversi altri settori, tra cui le costruzioni (Figura 10a). Questo andamento è costante nel tempo e rimane robusto anche quando i salari nel mining vengono confrontati con quelli dell'agricoltura, dei servizi e dell'amministrazione pubblica, suggerendo l'esistenza di un premio salariale persistente associato al lavoro nel settore minerario. Questo apparente vantaggio, tuttavia, nasconde un importante compromesso strutturale. Le retribuzioni più elevate nel mining riflettono in parte un premio per il rischio, volto a compensare i lavoratori per la maggiore probabilità di danni fisici o infortuni. Sfortunatamente, benché l'obiettivo dovrebbe sempre essere quello di zero infortuni, questi danni fisici possono essere gravi o addirittura fatali. Per valutare l'entità di questo premio per il rischio, la Figura 10b presenta i salari aggiustati in funzione del numero di fatalità, offrendo un confronto ponderato per rischio tra i diversi settori. Una volta incorporato il rischio fatale, l'attrattiva relativa dei salari minerari diminuisce sensibilmente in diverse economie in via di sviluppo. In Paesi come la Colombia e la Mongolia, i salari nel mining risultano inferiori a quelli del settore delle costruzioni, indicando che la compensazione monetaria non compensa pienamente il livello di rischio professionale sostenuto dai lavoratori. Al contrario, nelle economie avanzate come gli Stati Uniti, il settore minerario mantiene un moderato vantaggio salariale anche dopo l'aggiustamento per il rischio di fatalità, suggerendo una gestione del rischio più efficace, una migliore applicazione degli standard di sicurezza o una remunerazione più elevata per il rischio residuo.

Figura 10: Retribuzione nel settore minerario rispetto al settore delle costruzioni

a) Salario orario medio nel 2023 (USD, PPP 2021)



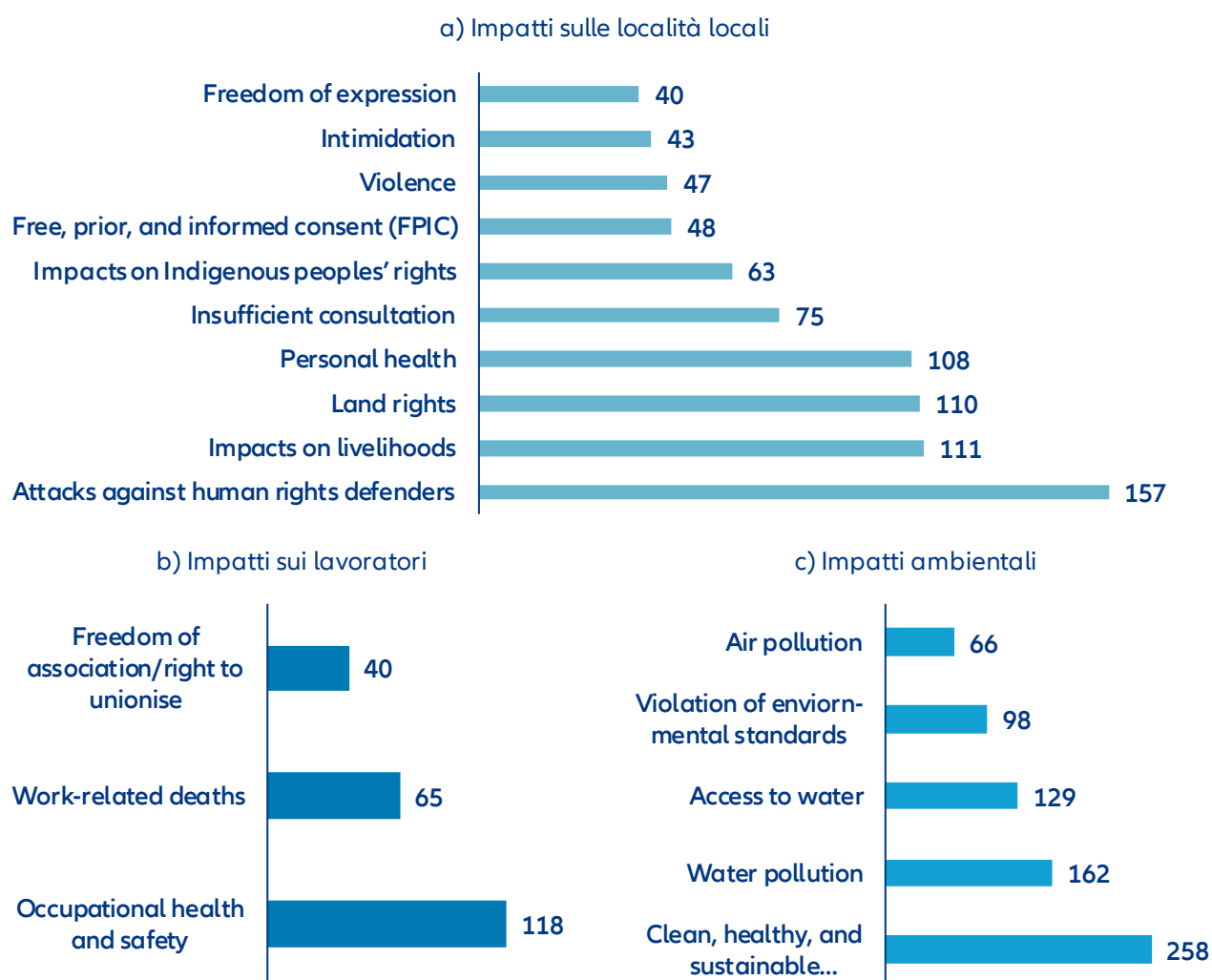
b) Salario per unità di rischio fatale nel 2023



Fonti: ILOSTAT, Allianz Research

L'attività mineraria è stata accompagnata da numerosi incidenti documentati dal *Transition Mineral Tracker* tra il 2010 e il 2024²¹. La Figura 11 offre una panoramica completa delle accuse associate all'espansione mineraria nello stesso periodo, evidenziando l'ampiezza e la persistenza delle sfide sociali, lavorative e ambientali legate al settore. Gli impatti sulle comunità locali rappresentano la categoria più numerosa delle accuse riportate (802 casi, Figura 11a), con particolare incidenza di attacchi contro i difensori dei diritti umani, perdita dei mezzi di sussistenza, violazioni dei diritti fondiari e fenomeni di land grabbing. Questi modelli indicano tensioni ricorrenti tra i progetti minerari e le comunità circostanti, spesso radicate in processi di consultazione insufficienti, scarsa tutela dei diritti consuetudinari sulla terra e distribuzione diseguale dei benefici economici. Le accuse relative alle condizioni dei lavoratori rimangono significative (223 casi, Figura 11b), con problematiche di salute e sicurezza sul lavoro come principale preoccupazione segnalata. Morti sul lavoro e limitazioni alla libertà di associazione mettono ulteriormente in luce deficit persistenti nella protezione dei lavoratori, soprattutto in contesti caratterizzati da scarsa applicazione delle norme e alti livelli di informalità. Le accuse ambientali sono la seconda categoria più numerosa, con 713 casi (Figura 11c): inquinamento idrico, accesso limitato all'acqua e creazione di ambienti tossici o inabitabili costituiscono il 77% delle accuse riportate. L'elevata incidenza di contestazioni legate all'acqua ha implicazioni dirette e gravi sulla salute umana, aggravando al contempo la pressione già esistente sulla scarsità idrica. Nelle regioni che già sperimentano stress idrico, l'inquinamento delle acque legato al mining e l'accesso limitato all'acqua potabile possono intensificare la competizione tra utenti, compromettere i mezzi di sussistenza locali e aumentare la vulnerabilità alle malattie trasmesse dall'acqua. Questi impatti sono particolarmente acuti nelle aree rurali e periurbane, dove le comunità dipendono fortemente dalle risorse idriche superficiali e sotterranee per bere, irrigare e per i servizi igienico-sanitari, e dove le alternative idriche sono limitate.

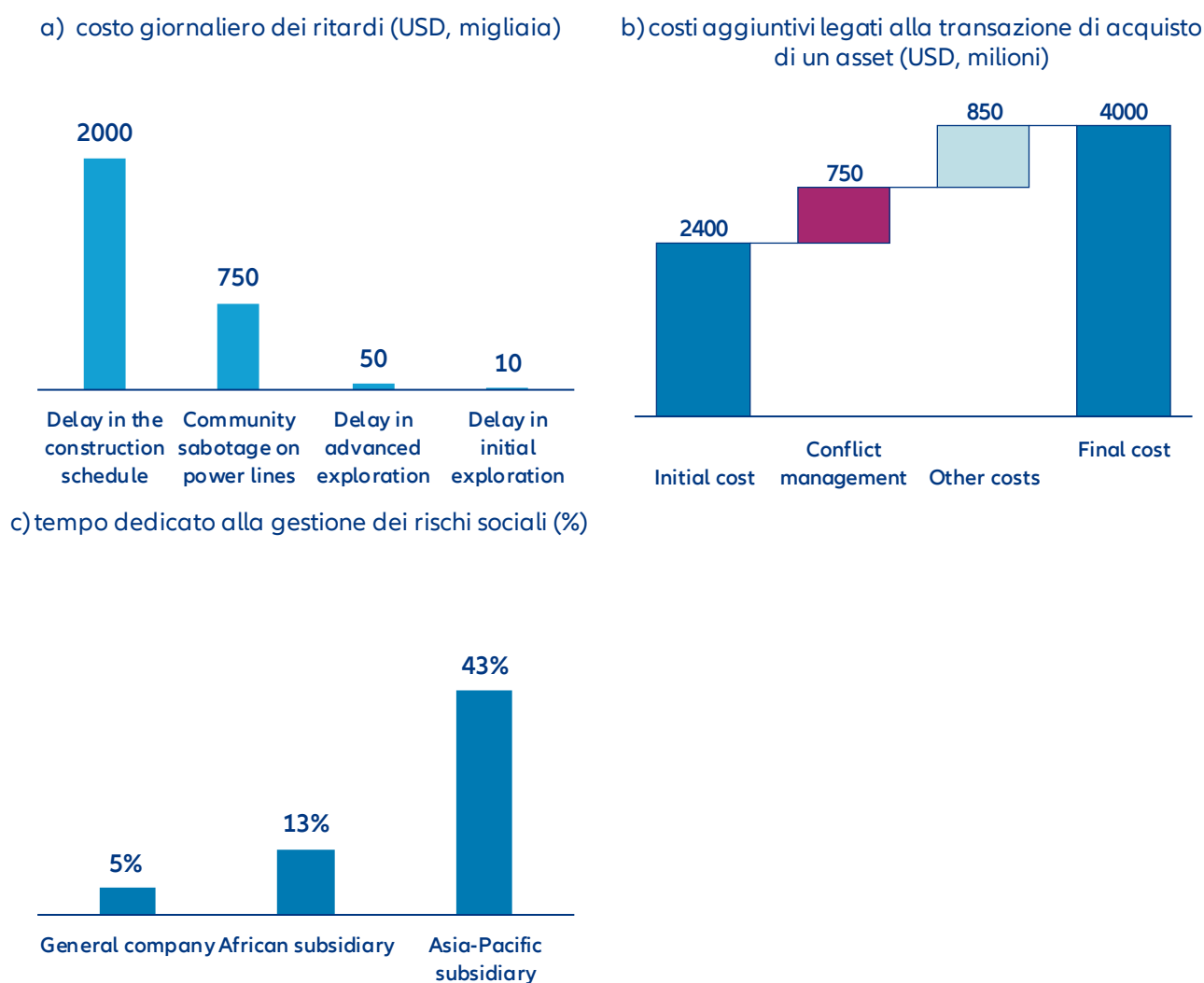
Figura 11: Numero di accuse associate all'espansione mineraria (2010–2024)



Fonti: Business and Human Rights Centre, Transition Mineral Tracker, Allianz Research

Le controversie sociali e ambientali nel settore minerario comportano costi economici significativi che vanno ben oltre il danno reputazionale. Secondo le evidenze fornite dalla società di consulenza sulla sostenibilità Environmental Resources Management (ERM), il 46% dei principali progetti minerari in conto capitale non ha rispettato le tempistiche di consegna previste tra il 2008 e il 2016. È importante sottolineare che tali ritardi erano in gran parte dovuti a fattori non tecnici: l'opposizione delle comunità rappresentava il 42% dei progetti ritardati, mentre le preoccupazioni ambientali il 35%²². Questo evidenzia il ruolo crescente dell'accettazione sociale e della governance ambientale come vincoli determinanti nell'implementazione dei progetti. Risultati ERM più recenti confermano ulteriormente questo andamento, mostrando che il 62% dei progetti minerari ritardati nella fase di autorizzazione era influenzato dall'opposizione degli stakeholder o da preoccupazioni legate agli impatti ambientali, piuttosto che da limitazioni amministrative o ingegneristiche. Le implicazioni finanziarie di tali ritardi possono essere gravi. Un altro studio²³ congiunto stima che i conflitti sociali possano costare alle operazioni minerarie su larga scala fino a 20 milioni di dollari a settimana di produzione ritardata (vedi Figura 12), principalmente a causa delle mancate entrate. Oltre alle perdite dirette di produzione, le aziende minerarie devono affrontare anche costi indiretti spesso sottovalutati, tra cui la distrazione del tempo del senior management, premi assicurativi più elevati e maggiori spese legali.

Figura 12: Costi economici dei conflitti legati all'attività mineraria secondo le valutazioni degli esperti



Fonti: Davis and Franks (2014), Allianz Research

²²Critical Mineral Security and the Social License to Operate | Oxfam

²³Costs of Conflict Davis-Franks.pdf

Queste stime aggregate dei costi sono ulteriormente illustrate dalle evidenze basate su valutazioni di esperti presentate nella Figura 12, che scompongono gli impatti economici dei conflitti legati all'attività mineraria attraverso diversi canali. I ritardi nei programmi di costruzione emergono come l'esito finanziariamente più significativo, con stime di esperti che indicano perdite fino a 2 milioni di dollari al giorno di ritardo (Figura 12a). Questi costi derivano non solo da maggiori spese operative e di finanziamento, ma soprattutto dalle entrate posticipate quando la produzione viene ritardata. Le interruzioni legate all'opposizione delle comunità — come sabotaggi alle infrastrutture o interruzioni dell'alimentazione elettrica — generano ulteriori costi, mentre i ritardi nelle fasi di esplorazione avanzata e di avvio della produzione, sebbene più contenuti in termini assoluti, aumentano comunque il rischio complessivo del progetto.

I costi connessi ai conflitti si estendono oltre le tempistiche dei progetti. Nelle transazioni di asset, questioni sociali irrisolte possono incrementare in modo significativo il costo totale di proprietà rispetto ai prezzi di acquisizione concordati. Le evidenze degli esperti indicano che, in alcuni casi, sono stati sostenuti fino a 750 milioni di dollari di costi aggiuntivi per affrontare passività legate alle comunità che non erano state pienamente identificate al momento dell'acquisto (Figura 12b). Inoltre, l'onere gestionale associato alla gestione del rischio sociale è significativo. Mentre le imprese tendono ad assumere che circa il 5% del tempo del senior management sia sufficiente per affrontare i rischi sociali, questa quota sale al 10–15% nelle filiali africane e al 35–50% in alcune aree dell'Asia-Pacifico, riflettendo l'intensità e la persistenza dei conflitti locali (Figura 12c).

Questi risultati mostrano come i conflitti sociali e ambientali rappresentino rischi economici materiali per i progetti minerari e debbano quindi essere trattati come componenti centrali della valutazione del rischio di progetto, e non come esternalità marginali.

La trasformazione da mille miliardi di dollari: i fabbisogni di capitale per estrazione, lavorazione e circolarità

Alle aziende minerarie oggi viene chiesto di fare due cose tra loro contraddittorie: aumentare rapidamente la produzione per soddisfare uno shock di domanda dovuto all'AI e all'elettrificazione, e allo stesso tempo ridurre l'impronta per tonnellata mentre i tenori del minerale diminuiscono e i controlli diventano più stringenti. Le richieste rivolte al settore sono molto esplicite: circa 800 miliardi di dollari di investimenti minerari da qui al 2040 in uno scenario net-zero, di cui circa 490 miliardi solo per il rame. Tuttavia, la pipeline di finanziamento è in ritardo, poiché meno della metà degli investimenti aggiuntivi necessari per soddisfare la domanda di materiali critici nello scenario net-zero è "in linea" con gli obiettivi, complice la lunga tempistica di sviluppo dei progetti. Inoltre, per rendere le operazioni minerarie più sostenibili, il settore deve adottare azioni concrete: elettrificare le miniere e assicurarsi sistemi idrici resilienti alla scarsità, considerare la biodiversità come elemento critico e incrementare gli accantonamenti per residui minerari e chiusure. Il calo del tenore del minerale rende queste azioni non negoziabili. Ad esempio, in Cile il tenore del minerale di rame è diminuito di circa il 30% in 15 anni, aumentando meccanicamente l'intensità energetica, emissiva e idrica (vedi Figura 13).

Figura 13 : Tenore del minerale di rame concentrato in Cile (2005–2019)

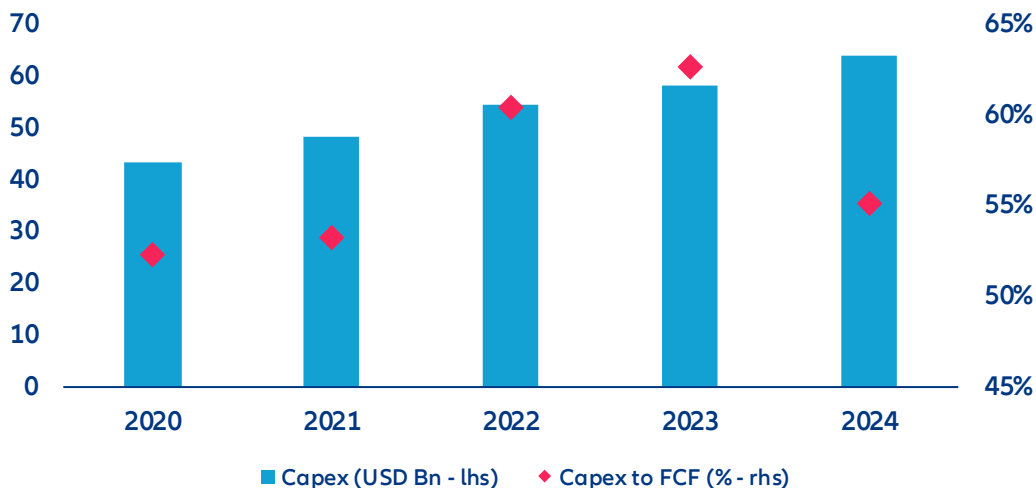


Fonti: Rötzer and Schmidt (2020), Allianz Research

La domanda non è più una dinamica legata a un singolo ciclo, ma un insieme sovrapposto di fattori trainanti, e questo cambia il significato di “offerta sufficiente” nella strategia aziendale. Come già menzionato, la domanda di metalli è significativamente aumentata dai fabbisogni della transizione. L’AI aggiunge un vettore di secondo ordine ma in rapida accelerazione: la domanda elettrica globale dei data center potrebbe salire da circa 415 TWh nel 2024 a circa 945 TWh nel 2030. Questo spinge verso allocazioni di capitale che, da una prospettiva puramente upstream, possono sembrare poco convenzionali: catene mine-to-chemical e mine-to-metal dove l’economia lo permette, contratti di off-take di lunga durata con utilizzatori finali che necessitano di certezza, e investimenti selettivi nella capacità midstream negli Stati Uniti e nell’UE per ridurre l’esposizione a punti critici della catena del valore, soprattutto dove le politiche pubbliche li incentivano.

Il programma di investimenti deve essere considerato come un problema di mobilitazione industriale, non come semplice capex incrementale. La crescita degli investimenti si è rallentata nel 2024 con il calo dei prezzi, sebbene gli investimenti nel mining di minerali critici siano comunque cresciuti. Analizzando le principali aziende minerarie, si osserva inoltre che il 2024 ha segnato un calo del rapporto capex/free cash flow, evidenziando che i minatori hanno ridotto gli investimenti rispetto alle loro capacità, nonostante i numeri complessivi suggerissero il contrario (vedi Figura 14). Ciò evidenzia anche che prezzi bassi e flussi di cassa più deboli limitano la capacità del settore di finanziare la crescita futura. Il rame illustra bene il problema: è onnipresente nelle reti e nei sistemi di elettrificazione, e i tenori del minerale sono in diminuzione, aumentando il capitale necessario per tonnellata e allungando le tempistiche. Poiché una potenziale carenza di rame potrebbe manifestarsi mentre i grandi progetti richiedono in media circa 17 anni dalla scoperta alla produzione, è necessario agire con decisione prima che sia troppo tardi. L’implicazione è che i minatori non possono aspettare segnali di prezzo “perfetti”: devono assicurarsi il capitale attraverso investimenti contro-ciclici e strutture di condivisione del rischio. Ad esempio, prepagamenti, accordi di streaming quando appropriati e co-investimenti con case automobilistiche, utilities e persino aziende tech. Allo stesso tempo, le aziende dovrebbero smettere di considerare il “capitale ESG” come una categoria di marketing e iniziare a trattarlo come un vero vincolo sul costo del capitale.

Figura 14 : Capex delle 15 maggiori società minerarie globali



Fonti: LSEG Workspace, Allianz Research

La performance di sostenibilità è ormai un vero e proprio input produttivo, perché autorizzazioni, assicurazioni e consenso delle comunità rappresentano vincoli stringenti, e le aziende minerarie devono gestirli come gestiscono il tenore del minerale o i tassi di recupero. Le verifiche di sostenibilità evidenziano una realtà operativa: l'esperienza dei minatori può peggiorare man mano che i tenori diminuiscono, aumentando consumi energetici, emissioni e utilizzo idrico anche con le migliori intenzioni. Proprio per questo "fare di più" deve significare "fare diversamente", con riduzioni misurabili dell'intensità per unità produttiva e piani di transizione credibili. La natura e la biodiversità non sono aspetti marginali: gli impatti dell'estrazione comprendono cambiamenti nell'uso del suolo, alterazioni degli ecosistemi, inquinamento e produzione di rifiuti lungo l'intera catena del valore, e i quadri settoriali stanno convergendo verso aspettative più chiare in termini di gestione del rischio. Le aziende dovrebbero assumere che una rendicontazione "parziale" verrà considerata un rischio. In futuro, le imprese potrebbero dover adottare sistemi di contabilizzazione degli impatti specifici per sito (ad es. impronta spaziale totale, territorio disturbato vs. ripristinato, prelievi idrici, inquinanti, ecc.), presentati in forme verificabili e comparabili. La stessa logica si applica ai residui minerari (*tailings*) e alla chiusura dei siti: gli accantonamenti per chiusura e riabilitazione devono essere trattati come allocazione di capitale, non come note marginali, e strutturati in modo da resistere ai cicli delle materie prime. La *licenza sociale* deve diventare operativa: una consultazione solida e una equa condivisione dei benefici con le comunità indigene, dove rilevante, non rappresentano più "buona reputazione", ma una variabile di controllo dei tempi, come dimostrato dalle revoke dei permessi e dai requisiti giudiziari per un coinvolgimento comunitario più profondo in diverse giurisdizioni. In sostanza, le aziende minerarie devono smettere di sostenere che la sostenibilità rallenta la crescita e iniziare a dimostrare che la sostenibilità è ciò che rende la crescita realizzabile: meno interruzioni, meno rischi estremi, minore esposizione a decisioni sovrane e ritorni a lungo termine più stabili.

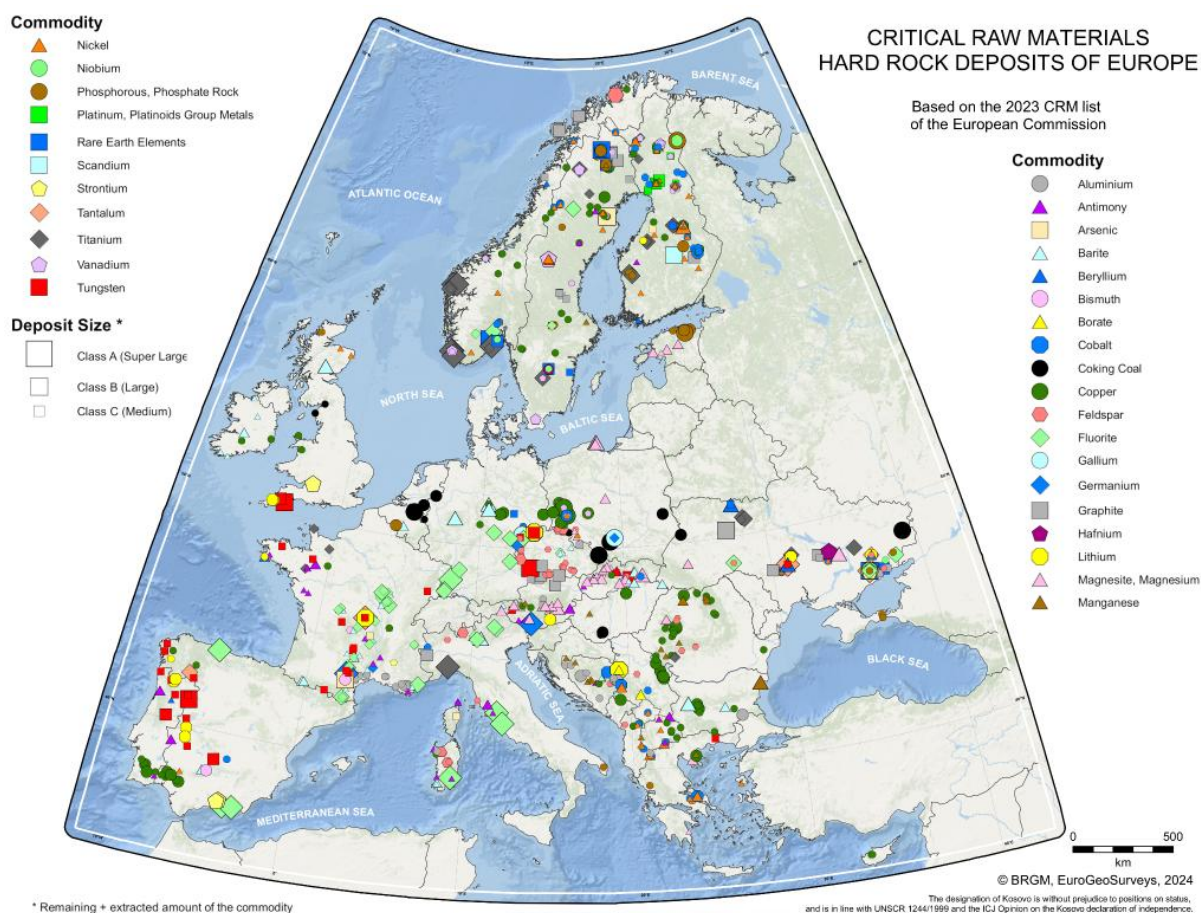
La circolarità e la produzione a basse emissioni di carbonio sono le uniche valvole di sfogo credibili, ma porterebbero il costo totale a oltre mille miliardi di dollari entro il 2040. La discussione sull'economia circolare nel settore minerario illustra sia le potenzialità sia i limiti: le strategie di efficienza delle risorse possono ridurre significativamente la domanda primaria di rame entro la metà del secolo in uno scenario favorevole, ma il ritardo temporale è strutturale perché i metalli in uso hanno cicli di vita di più decenni. Per il rame, la durata media di utilizzo è stimata in circa 23 anni, il che significa che l'offerta secondaria reagisce lentamente allo shock di domanda attuale. Ciò spinge le aziende minerarie verso una strategia su due fronti. Primo, costruire "tonnellate a basse emissioni" come prodotto differenziato: elettrificare le flotte dove possibile, assicurarsi contratti PPA rinnovabili per processi ad alto consumo energetico, investire nell'elettrificazione termica e dei processi e divulgare dati su emissioni ed energia per consentire ai clienti di contabilizzare riduzioni credibili dello Scope 3. Secondo, investire selettivamente nel riciclo, nell'urban mining e nelle capacità di trattamento degli scarti come attività di crescita e copertura contro il declino del tenore dei minerali: alcune capacità di riciclo già significative indicano che esistono modelli su scala industriale, ma richiedono raccolta a monte e partnership di raffinazione a valle per crescere. Per i materiali critici e strategici con una forte concentrazione nella fase di raffinazione (es. grafite, terre rare, cobalto),

le analisi della catena del valore mostrano che la riduzione del rischio riguarda spesso la chimica, la separazione e la purificazione più che l'estrazione in sé, e proprio in queste fasi errori in materia di sostenibilità (scarichi idrici, sottoprodotti pericolosi, inquinamento atmosferico locale) possono bloccare permessi e accettazione sociale. Sulla base delle informative finanziarie e di transizione delle grandi società minerarie impegnate in solidi obiettivi di sostenibilità, si può stimare che il 6% del capex debba essere destinato alla decarbonizzazione operativa, l'8% ai residui/scarti/chiusura, il 3% al riciclo, il 2% al controllo dell'acqua e dell'inquinamento e l'1% alla natura/comunità. Scalando questo al settore nel suo complesso, ciò significherebbe circa 450 miliardi di dollari di investimenti entro il 2024. Tuttavia, parte di questo si sovrappone agli 800 miliardi di dollari già indicati. Infatti, tale cifra include nuovi progetti minerari che verrebbero costruiti in modo sostenibile. Con una sovrapposizione conservativa di un terzo, ciò equivarrebbe a 1,1 trilioni di dollari di investimenti totali entro il 2040: 800 miliardi per le esigenze della transizione e altri 300 miliardi per rendere le società minerarie sostenibili.

Dalle passività alla legittimità: l'estrazione mineraria fatta nel modo giusto

Le risorse a basso rischio provenienti da rocce dure e da salamoie geotermiche sono essenziali per un'estrazione mineraria sostenibile nella transizione. Costruire un approvvigionamento resiliente di minerali critici per la transizione richiede un equilibrio tra dotazione geologica e rischi politici e di sostenibilità. Gli indicatori a livello nazionale sono un primo filtro utile, ma gli investimenti estrattivi sono esposti anche al rischio sovrano a livello di accordo (inclusi interventi normativi inattesi) e al rischio di perdita della *licenza sociale* quando le comunità contestano gli impatti ambientali o la distribuzione dei benefici. Un portafoglio pragmatico combina quindi risorse interne europee e partenariati con giurisdizioni stabili, riducendo al contempo l'esposizione ai nodi di fornitura ad alta concentrazione e alto rischio. In Europa, il Geological Service for Europe (GSEU) ha elaborato una mappa armonizzata dei giacimenti di rocce dure di dimensioni da medie a molto grandi presenti nell'elenco delle materie prime critiche dell'UE 2023 (Figura 15). La mappa mostra che il potenziale di approvvigionamento di materie prime critiche è geograficamente diversificato in Europa, con cluster significativi nello scudo nordico, nella penisola iberica e in parti dell'Europa centrale e sud-orientale. È importante notare che il dataset rappresenta una valutazione geologica e non implica di per sé estraibilità economica, autorizzata o socialmente accettabile; infrastrutture, capacità di trasformazione, tempi di autorizzazione e vincoli ambientali restano fattori decisivi.

Figura 15: Giacimenti europei di rocce dure contenenti Materie Prime Critiche



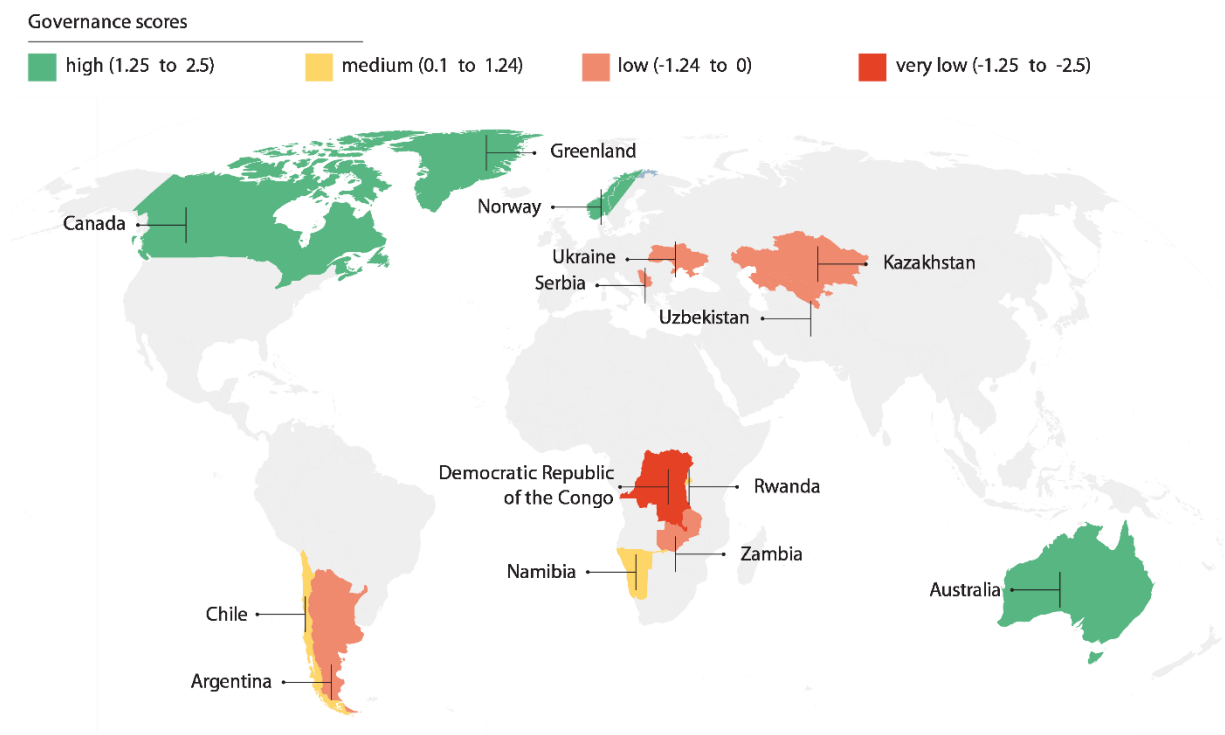
Fonti: GSEU²⁴; Allianz Research

Le salamoie geotermiche aggiungono un'opzione complementare di co-produzione. Molti sistemi geotermici fanno circolare grandi volumi di fluidi altamente mineralizzati che possono essere arricchiti con elementi come litio, rubidio, antimonio o tungsteno, e il recupero dei minerali può essere integrato con la produzione geotermica di energia e calore, laddove le salamoie sono già prodotte e tipicamente reiniettate. Rispetto all'estrazione mineraria convenzionale, questo può ridurre il disturbo incrementale del territorio ed evitare la frantumazione del minerale e la lisciviazione, ma la sostenibilità non è automatica: valutazioni del ciclo di vita specifiche dei siti mostrano ampi intervalli di impatti sul cambiamento climatico per il carbonato di litio derivato da salamoie geotermiche (Salton Sea, USA, e Alta Valle del Reno, Germania), e tali impatti possono superare i valori comunemente utilizzati nei database quando l'intensità di perforazione è elevata o viene utilizzata energia da fonti fossili. Ciò rafforza la necessità di dare priorità ai progetti situati in giurisdizioni a basso rischio, dotate di standard ambientali applicabili, e di effettuare valutazioni trasparenti e specifiche per sito sin dalle fasi iniziali del progetto.

La rete in espansione dell'UE di partenariati sulle materie prime strategiche (ad esempio, MoU/partenariati con Namibia, Zambia, Repubblica Democratica del Congo (RDC), Ruanda, Cile, Serbia, Norvegia, Uzbekistan e Australia) mira a diversificare l'offerta e a integrare i principi della "mining sostenibile" lungo le fasi di estrazione, trasformazione e sviluppo della catena del valore. Tuttavia, dove avviene la diversificazione è importante tanto quanto *quanto* avviene: le giurisdizioni partner differiscono in modo significativo nella qualità della governance, che rappresenta un fattore determinante sia per l'affidabilità dell'approvvigionamento sia per gli effettivi risultati di sostenibilità nel mondo reale.

²⁴ Albert, C. & Bertrand, G., 2025. *Map of Critical Raw Materials hard rock deposits of Europe 2024*. Geological Service for Europe

Figura 16: Qualità della governance dei Paesi partner strategici dell'UE



Fonti: ECA²⁵; Allianz Research

Un utile “reality check” proviene dalla Corte dei Conti Europea (ECA), che ha mappato i 14 Paesi partner strategici dell'UE (gennaio 2021 – giugno 2025) rispetto ai *Worldwide Governance Indicators (WGI, 2023)*²⁶ della Banca Mondiale. I risultati evidenziano l'eterogeneità dell'insieme dei partner: sette dei 14 Paesi rientrano nella categoria di “bassa governance”, e la distribuzione va da partner con governance elevata (ad esempio Canada, Norvegia, Australia) fino a giurisdizioni con livelli di governance molto bassi (in particolare la RDC). (Figura 16).

L'estrazione mineraria sostenibile non è un'opzione – è essenziale

Svolgere attività mineraria con scarse prestazioni in termini di sostenibilità non è un compromesso una tantum; rappresenta una responsabilità che cresce nel tempo. Gli obblighi di lungo periodo includono la gestione dei residui (*tailings*), i danni alle comunità, la riabilitazione del territorio, il monitoraggio post-chiusura e, in molti casi, il trattamento delle acque per periodi prolungati (Tabella 1).

La ricerca sulle garanzie finanziarie evidenzia che i costi post-chiusura — in particolare il trattamento delle acque — possono aumentare in modo significativo il costo totale di chiusura, e che sono necessarie assunzioni conservative e strumenti finanziari indipendenti per coprire i costi di chiusura e di manutenzione.²⁷

I cedimenti dei bacini di residui sono eventi a bassa frequenza ma ad alta gravità; le moderne aspettative di governance sottolineano la necessità di responsabilità lungo l'intero ciclo di vita, revisione indipendente, preparazione alle emergenze e trasparenza.²⁸

Gli impatti su biodiversità e risorse idriche influenzano sempre più i permessi, il costo del capitale e l'assicurabilità, rafforzando la necessità di valutazioni e divulgazioni legate alla natura. La sottostima e il sottofinanziamento delle riserve per la riabilitazione possono creare un “gap di decommissioning”, che porta i siti industriali a non essere mai ripristinati a un livello accettabile²⁹. Ciò espone gli investitori a rischi di superamento dei budget o, se l'operatore

- ²⁵ [ECA\(2026\). Special report 04/2026: Critical raw materials for the energy transition – Not a rock-solid policy.](#)
- ²⁶ [ECA\(2026\). Special report 04/2026: Critical raw materials for the energy transition – Not a rock-solid policy.](#)
- ²⁷ [Chambers, David M. 2024. Net Present Value Calculations for Mining Post-Closure Financial Assurance. Mine Water and the Environment.](#)
- ²⁸ [International Council on Mining and Metals \(ICMM\). United Nations Environment Programme \(UNEP\). and Principles for Responsible Investment \(PRI\). 2020. Global Industry Standard on Tailings Management.](#)
- ²⁹ [Taskforce on Nature-related Financial Disclosures \(TNFD\). 2023. Recommendations of the Taskforce on Nature-related Financial Disclosures](#)

cessa di esistere, trasferisce alla società i costi di bonifica o la gestione dei danni generati (Commissione Europea 2023)³⁰.

È in questo contesto che pratiche più sostenibili possono rappresentare un vantaggio reciproco (win-win). Quando comunità, regolatori, governi e clienti del settore minerario stabiliscono aspettative più elevate, chiare e affidabili sulle operazioni — prima dell'avvio degli studi preliminari — è possibile pianificare meglio i costi, condurre un coinvolgimento degli stakeholder in modo più efficiente e approvare i progetti più rapidamente, con maggiore fiducia che autorizzazioni accelerate saranno seguite da operazioni allineate alle migliori pratiche. Ciò aiuta a soddisfare la crescente domanda mettendo online più attività minerarie, più velocemente, con un elevato livello di certezza che le pratiche operative risponderanno alle aspettative degli stakeholder.

- Priorità di policy: richiedere solide garanzie finanziarie e aggiornare regolarmente i piani di chiusura; evitare auto-garanzie o sconti ottimistici.
- Priorità di mercato: trattare i rischi legati ai tailings e alla natura come questioni di governance e trasparenza, non solo come problemi ingegneristici.

Tabella 1: Costi stimati di dismissione per il settore minerario nelle rispettive regioni per le infrastrutture esistenti

(miliardi di USD)	Estrazione mineraria
Africa	32
Asia	555
Australia	37
Europa	189
Nord America	138
Sud America	252
Total	1,203

Fonti : BNP Paribas³¹ ; Allianz Research.

La buona notizia: sappiamo che è possibile fare meglio. Esistono già operazioni minerarie in grado di portare benefici alle comunità, mantenere i lavoratori al sicuro, limitare i danni ambientali e creare valore per gli azionisti lasciando al contempo un'eredità netta positiva. Gli standard globali e una moltitudine di leggi e regolamenti nazionali o regionali, complessivamente, dimostrano pratiche eccellenti sufficienti a rendere i progetti minerari attraenti e vantaggiosi per molti. Riunire gli approcci chiave del settore e standardizzare le migliori pratiche rendendole requisiti per approvazioni accelerate dei progetti contribuirebbe a garantire che le buone pratiche siano adottate e che rispondano alle esigenze della società. Tra questi standard degni di nota figurano l'Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA)³², il Global Standard on Mining Tailings and Safety (GISTM)³³, le linee guida e i principi dei membri dell'International Council on Mining and Metals (ICMM)³⁴ e la nascente Consolidated Mining Standard Initiative (CMSI)³⁵.

³¹ [BNP Paribas Asset Management \(2023\). Decommissioning Stranded Energy Assets: A USD 8 Trillion Challenge.](#)

Tutti questi standard insieme creano una rete di sicurezza che copre alcuni dei temi più critici per il settore: (1) pianificazione integrata della chiusura e garanzie finanziarie prudenti, (2) quadri di sicurezza dei residui e assicurazione indipendente in linea con il *Global Investors Standard on Tailings Management* (Figura 17), (3) partecipazione delle comunità e condivisione dei benefici, (4) biodiversità e prevenzione dell'inquinamento, (5) due diligence e tracciabilità, (6) elettrificazione e automazione per ridurre le emissioni operative e i rischi per la sicurezza, e una volta che i materiali entrano nel sistema economico, per progettazione dovremmo concentrarci su (7) circolarità e riciclabilità integrate nella progettazione per ridurre la domanda primaria di lungo periodo (UNEP 2020; UNEP 2025; OECD 2023).

Esiste il rischio che, man mano che gli standard e le aspettative proliferano e si sovrappongono, essi creino una rete di requisiti insostenibile, rendendo difficile e frustrante per l'industria e i suoi stakeholder dialogare con un linguaggio e un insieme di aspettative comuni. È per questo motivo che i principali attori del settore finanziario, con il successo del GISTM che ne rappresenta un chiaro esempio, si stanno riunendo nuovamente insieme a un ampio gruppo di stakeholder nell'ambito dell'iniziativa Mining 2030.

Mining 2030 ha definito una visione a 10 anni che supporta l'industria, delineando ciò che è necessario per rendere il settore minerario nuovamente attrattivo per tutti i suoi stakeholder e investitori critici, e affrontare il crescente divario nelle materie prime disponibili per soddisfare le esigenze della crescita economica e dello sviluppo tecnologico. L'obiettivo è aumentare l'attrattività del settore minerario per investitori, membri delle comunità, clienti e consumatori, sostenendone l'espansione con una maggiore convinzione nella costante adozione delle migliori pratiche. Come spiegato da accademici dell'Università della British Columbia, queste migliori pratiche spesso iniziano all'interno delle aziende stesse, per poi acquisire legittimità attraverso partnership sociali e un ulteriore coinvolgimento degli stakeholder. Successivamente devono diventare aspettative minime o requisiti regolamentati per garantire realmente un nuovo, ma più elevato, standard operativo. Le migliori pratiche e le aspettative degli investitori sviluppate da Mining 2030 inizieranno infine a definire le aspettative minime delle compagnie minerarie nel futuro.

³² [European Commission. 2023. "Commission Delegated Regulation \(EU\) 2023/2772 ... Annex I: ESRs E4 Biodiversity and ecosystems." July 31, 2023](#)

³³ [BNP Paribas Asset Management \(2023\). Decommissioning Stranded Energy Assets: A USD 8 Trillion Challenge.](#)

³⁴ [GTMI. Making Mine Tailings Facilities Safer For People & The Environment.](#)

³⁵ [Environment Programme \(UNEP\), and Principles for Responsible Investment \(PRI\). 2020. Global Industry Standard on Tailings Management. November 28, 2020](#)

³⁶ [United Nations Environment Programme \(UNEP\). 2025. Financing the Responsible Supply of Energy Transition Minerals for Sustainable Development. October 9, 2025](#)

Figura 17: GISTM global benchmark – composto da 6 aree tematiche e 15 principi



Source: GISTM; Allianz Research.

These assessments are, as always, subject to the disclaimer provided below.

Queste valutazioni sono, come sempre, soggette alla clausola di esclusione di responsabilità fornita di seguito.

DICHIARAZIONI PREVISIONALI

Le dichiarazioni qui contenute possono includere potenziali aspettative, dichiarazioni di aspettative future e altre dichiarazioni previsionali basate sulle opinioni e assunzioni attuali della direzione e che comportano rischi e incertezze noti e sconosciuti. I risultati effettivi, le prestazioni o gli eventi possono differire sostanzialmente da quelli espressi o impliciti in tali dichiarazioni previsionali.

Tali deviazioni possono verificarsi a causa di (i) cambiamenti delle condizioni economiche generali e della situazione competitiva, in particolare nel core business e nei mercati core del Gruppo Allianz, (ii) la performance dei mercati finanziari (in particolare volatilità di mercato, liquidità ed eventi di credito), (iii) la frequenza e la gravità degli eventi di perdita assicurata, inclusi quelli di catastrofi naturali, e lo sviluppo delle spese di perdita, (iv) livelli e tendenze di mortalità e morbidità, (v) livelli di persistenza, (vi) in particolare nel settore bancario, l'entità dei default creditizi, (vii) i livelli dei tassi d'interesse, (viii) i tassi di cambio valutari incluso il tasso di cambio EUR/USD, (ix) cambiamenti nelle leggi e regolamenti, incluse le normative fiscali, (x) l'impatto delle acquisizioni, comprese le relative questioni di integrazione, e le misure di riorganizzazione, e (xi) fattori generali di concorrenza, in ogni caso su base locale, regionale, nazionale e/o globale. Molti di questi fattori potrebbero essere più probabili, o più pronunciati, a causa delle attività terroristiche e delle loro conseguenze.

NESSUN DOVERE DI AGGIORNARE

La società non si assume alcun obbligo di aggiornare qualsiasi informazione o dichiarazione previsionale qui contenuta, salvo eventuali informazioni che la legge richieda di divulgare.

Allianz Trade è il marchio utilizzato per designare una gamma di servizi forniti da Euler Hermes.